

研究 与 设计

# 基于 CAN 总线的 GMAW 焊机网络 监控系统

黄鹏飞, 高文宁, 卢振洋, 殷树言

(北京工业大学, 北京 100124)

**摘要:**采用 CAN 总线实现 GMAW 焊接电源、行走机构及遥控盒间的网络连接,并连接到上位机,方便实现焊接过程质量监控。介绍了采用 TMS320F2812 内嵌 eCAN 模块构成 CAN 节点的硬件电路和实现 CAN 通信的软件流程。实践证明,CAN 总线应用于 GMAW 焊机的网络监控系统,能够实现数据的可靠传输。

**关键词:**现场总线;CAN;焊机通信;DSP

中图分类号: TG409

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2009)08-0045-04

## A network monitoring system for GMAW welding machine based on CAN bus

HUANG Peng-fei, GAO Wen-ning, LU Zhen-yang, YIN Shu-yan

(Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:** A network based on CAN bus between GMAW welding power source, welding trolley and remote control box is developed, and it is connected to host computer. All welding parameters can be adjusted and monitored easily. The hardware circuit based on the eCAN module embedded in the TMS320F2812 and the software flow chart for CAN communication are described in detail. The experiment result proves that the CAN bus can be used in the GMAW welding machine network controlling system and reliable data transmission can be implemented.

**Key words:** field bus; CAN; welding machine communication; DSP

## 0 前言

随着生产规模的日益扩大,生产线上的焊接节点越来越多,如何确保焊接规范的统一性是提高焊接质量的关键。通过网络将各电焊机连接起来,并由中心监控室对其状态实时监控,当出现异常时进行干预调整,是保证焊接规范统一的有效方法。现代数字化焊机需要传输的参数很多,而传统的模拟方式传输数据能力有限,且受现场电磁干扰影响较大,不

适合应用于网络系统中。

20 世纪 80 年代,德国 BOSCH 公司为了解决现代车辆中众多的控制和数据交换问题,开发出了一种现场总线通信结构——CAN 总线。它采用非破坏性总线仲裁技术,具有可靠的错误处理和检错机制,抗干扰能力强,具有极高的通信传输速率,通信距离 40 m 以下时可达 1 Mbps<sup>[1]</sup>。

在此将 CAN 总线应用于 GMAW 焊机系统中,将焊接电源、遥控盒、行走机构及上位机组成通信网络,实现数据传输。实践证明,数据传输准确、快速、可靠,可方便构成焊机群网络,从而使焊接生产过

收稿日期: 2009-04-06

作者简介: 黄鹏飞(1971—),男,陕西米脂人,副教授,博士,主要从事高效焊接工艺及新型焊接设备的研究工作。

程的网络化和信息化以及电焊机的远程监控成为可能。

### 1 系统总体结构

GMAW 焊机监控系统总体结构如图 1 所示。整个系统分上位机系统、焊接电源、遥控盒、行走机构及焊接机器人等 CAN 节点。上位机系统采用 PC 机+CAN 卡的方式,连接到 CAN 总线上,用于焊接过程中,实时监控各焊接节点的状态,当发生故障时发送控制命令进行调控,确保焊接质量。

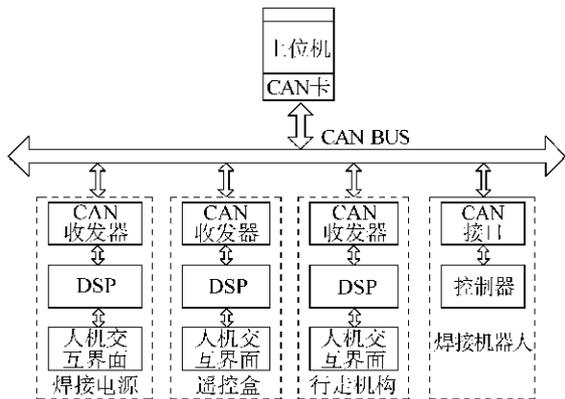


图 1 系统总体结构

焊接电源节点和遥控盒节点,通过 CAN 收发器连接到 CAN 总线上。在焊接电源、遥控盒和行走机构上各有一套人机交互系统,实现焊接参数的设定和焊接过程中实时显示实际焊接电压、电流的大小。各人机交互系统的功能是一致的,即在任一 CAN 节点上设定的参数需经 CAN 总线发送到其他 CAN 节点上,所有显示面板显示相同的数值。

焊接行走机构负责送丝与移动焊枪,实现自动

焊接。它连接到 CAN 总线上,接收其他节点设定的参数,并将自己的运动状态传输到其他节点,实现参数显示与状态监控。此外,CAN 总线上还可以连接焊接机器人或多台 GMAW 焊机,构成焊机群网络。

### 2 CAN 节点硬件设计

每个节点的 CAN 模块负责接收总线上的数据,并将 DSP 控制器的数据上传到总线上。由于每个节点的 CAN 模块结构基本相似,现仅就焊接电源部分的硬件构成加以说明。

采用 TMS320F2812 作为控制核心,由于其高速的处理能力,在数字化焊接电源中得到了广泛的应用。它内嵌的 eCAN 模块是 32 位增强型 CAN 控制器,完全兼容 CAN2.0B 协议,可以在有干扰的环境里使用上述协议与其他控制器进行串行通信<sup>[2]</sup>。内部具有多达 32 个邮箱,占用 512 字节 RAM,每个邮箱都可以单独配置为发送或接收邮箱。采用 TMS320F2812 内嵌 eCAN 模块构成 CAN 网络,传输方便灵活、数据量大、传输速率快。

CAN 网络中另一重要组成部分是总线收发器,它是 CAN 控制器和物理总线之间的接口,提供对总线的差动发送能力和对 CAN 控制器的差动接收能力。TJA1040 是 PHILIPS 公司新一代总线收发器,具有速度快(高达 1 M Baud)、电磁辐射(EME)低、抗电磁干扰能力强、功耗低等特性<sup>①</sup>。

由于 TJA1040 采用 5 V 电源供电,TMS320F2812 I/O 电平为 3.3 V,故在它们之间要进行电平的转换。转换芯片采用 74LVC245A,方向引脚(DIR)接高电平,传输方向为 A 到 B,其电路连接如图 2 所示。

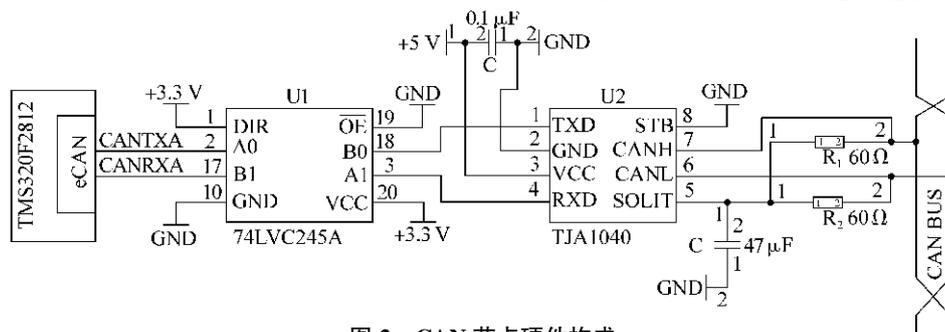


图 2 CAN 节点硬件构成

### 3 软件设计

在 GMAW 焊机网络中,需要相互传递的参数有

① Philips Semiconductors Product specification-TJA1040 High speed CAN transceiver, 2003.

焊接电流、电压、送丝速度、小车行走速度、保护气体流量等,当用户在任一个 CAN 节点改变这些参数时,通过 CAN 总线可以发送到其他节点,实现焊接参数信息的同步更新。在该系统中,可以实现对焊接

参数的在线调节,也可以进行实时监控。充分利用 TMS320F2812 内置邮箱多的特点,将每个参数对应一个确定的发送邮箱和一个确定的接收邮箱。由于 CAN 总线采用多主通信方式,每个节点均可主动向其他节点发送消息。消息的识别主要依靠消息标识符与接收节点的邮箱标识符的对应关系。主程序流程如图 3 所示,主程序分为 CAN 初始化模块(见图 4)、发送程序、接收程序等功能模块,数据的发送采用查询方式,数据接收采用中断方式。

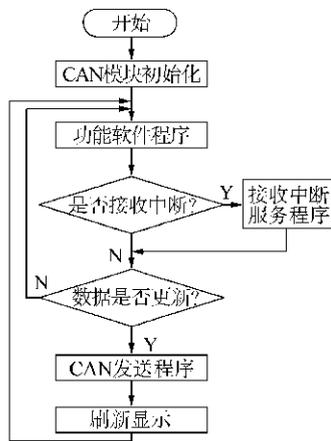


图 3 主程序流程

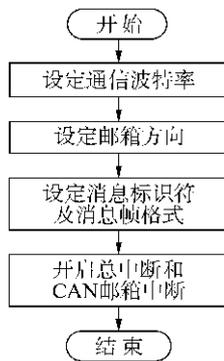


图 4 CAN 初始化流程

(1)CAN 模块初始化。

使用 CAN 模块进行通信前必须对它进行初始化,设定通信速率、信息帧格式、邮箱方向、数据长度、消息标识符等基本信息。

首先根据数据传输流量选择合适的通信速度,本设计采用 100 kbps 的通信速率。然后根据需要传输的参数分配邮箱。本设计中邮箱 0~4 设定为发送邮箱,分别用于焊接电压、电流、送丝速度、小车行走速度、保护气体流量等参数的发送。消息格式采用标准帧格式,消息标识符由 11 位组成,邮箱 0~4 的标识符设定为 0x001、0x002、0x003、0x004、0x005。

邮箱 16~20 设定为接收邮箱,标识符也依次设定为 0x001、0x002、0x003、0x004、0x005,用于接收对应邮箱 0~4 中的参数。

由于消息的接收采用中断方式,在初始化设置中,还需要进行中断配置。配置邮箱中断等级寄存器(CANMIL)为 0,使邮箱接收中断产生在中断线 0 上;配置全局中断屏蔽寄存器(CANGIM)和邮箱中断屏蔽寄存器(CANMIM)相应位为 1,使能邮箱中断。

(2)信息发送。

焊接前用户通过焊接电源面板或遥控盒设定焊接参数,焊接过程中上位机、电源面板与遥控盒动态显示实际焊接电流、电压等参数的大小,整个过程均需要起动 CAN 发送程序,实现信息的同步。

在主程序中查询到焊接参数改变后,将焊接电压写入邮箱 0、焊接电流写入邮箱 1、送丝速度写入邮箱 2、小车行走速度写入邮箱 3、保护气体流量写入邮箱 4,起动 CAN 发送程序。由于在 CAN 模块初始化时已经设定好各邮箱的标识符,焊接参数会依次发送到其他 CAN 节点的邮箱 16~20 中。发送程序流程如图 5 所示。

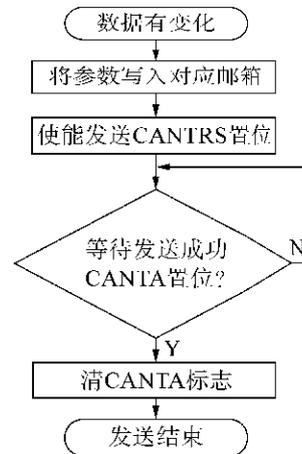


图 5 发送程序

(3)信息接收。

当 CAN 总线上一个节点发出数据帧后,总线上的所有节点均能接收到数据。然后,接收节点消息控制器从编号最高的邮箱开始寻找具有匹配标识符的邮箱,当找到标识符相同的邮箱时,数据将被存入相匹配的邮箱中,同时,接收信息待决寄存器(CANRMP)的相应位置位,并发中断请求。如果没有检测到相匹配的标识符,该消息将不会被存储。

CPU 响应 CAN 中断请求后,读取邮箱的数据,

更新控制系统参数及面板显示。由于 CAN 网络中,不同的节点用于接收同一参数的邮箱标识符是一样的,所以任一节点对参数的更改,其他 CAN 节点均会收到更改后的参数值,并实时更新该参数值,实现 CAN 网络中各节点参数值的一致性。

本系统在初始化时,邮箱 16~20 设定为接收邮箱,且消息标识符为 0x001、0x002、0x003、0x004、0x005,因此邮箱 16 接收到的数据为焊接电压,邮箱 17 接收到的数据为焊接电流,邮箱 18 接收到的数据为送丝速度,邮箱 19 接收到的数据为小车行走速度,邮箱 20 接收到的数据为保护气体流量。当接收中断发生时,读取邮箱 16~20 的数据,然后分别赋值给焊接电压、电流、送丝速度、小车行走速度、保护气体流量的参变量,用于刷新显示及控制焊接过程。当 CPU 成功读取邮箱数据后,清除中断标志,并开中断。接收程序流程如图 6 所示。

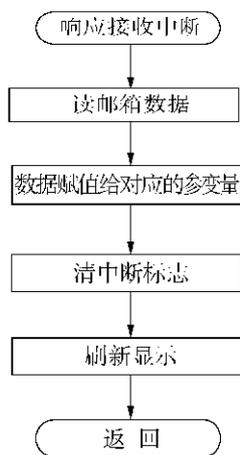


图 6 接收程序

## 4 实验及测试结果

(1)搭建实验平台,在 CAN 总线上连接 GMAW 焊机一台,遥控盒一个,上位机一台,行走机构一台。在焊机、遥控盒和行走机构上采用数码管显示焊接参数,采用键盘和光电编码器进行参数的设定。上位机采用软件实时显示收到的信息。

(2)在遥控盒上,采用键盘和光电编码器进行不同参数的设定,观察遥控盒、焊机面板、行走机构面板及 PC 机显示结果是否一致。然后依次在焊机面板、行走机构面板上进行设定,观察其余显示结果是否一致。重复进行 100 次测试,结果都能保证显示的一致性。

(3)编写测试软件,令一个节点向其他节点连续发送数据,从 1~65 535 每次递增 1。在接收节点,第一次中断接收到的数据应该为 1,第  $N$  次中断接收到的数据应该为  $N$ ,据此进行判断是否发生传输错误。测试结果表明,各 CAN 节点通信正常,没有错误发生。

## 5 结论

采用 TMS320F2812 内嵌 eCAN 模块构成 CAN 网络,实现 GMAW 焊接电源与遥控盒、行走机构及上位机间的通信,数据传输稳定、准确、快速。初步测试证明,CAN 总线具有强的抗干扰能力,适合应用于电焊机系统中,可方便地构成焊机群监控网络。

## 参考文献:

- [1] 邬宽明.CAN 总线原理和应用系统设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1996.
- [2] 徐科军,张瀚,陈智渊.TMS320X281X DSP 原理与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.

## 铸铁焊补时产生淬硬组织的原因及预防措施

铁铸焊补时,在焊缝及热影响区均会产生马氏体转变,形成淬硬组织。

当采用低碳钢焊条焊接铸铁时,即使采用较小的焊接电流,母材在第一层焊缝中所占的百分比也将为 25%~30%,当铸铁中碳的质量分数为 3.0%时,第一层焊缝碳的平均质量分数将为 0.75%~0.9%,属于高碳钢。这种高碳钢焊缝在电弧冷焊后将会出现马氏体组织,其硬度可达 500 HBW 左右。

焊接接头中的熔合区,由于冷却速度快,在共析转变温度区间,可出现奥氏体转变成马氏体的过程。

因此,铸铁焊补后,由于白口和淬硬的共同作用,使焊缝和热影响区局部出现高硬度,给机械加工带来很大的困难。用碳钢或高速钢刀具往往加工不动,用硬质合金刀具虽可勉强加工,但“打刀”的危险性很大,即刀具从硬度较低的灰铸铁(160~240 HBS)上切削过来,突然碰上高硬度带,容易打刀,并加剧刀具的磨损。现在用的钻头大都用高速钢制造,故用钻头对有白口层或淬硬区的灰铸铁进行钻孔是非常困难的。生产实践说明,当灰铸铁的焊接接头的最高硬度在 300 HBS 以上时,很难进行切削加工。

预防铸铁焊补时产生淬硬组织的措施是对焊件进行焊前预热和采用异质焊缝的焊接材料。